

Docket No.: 50212-547



**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Michiko TAKUSHIMA, et al.	:	Confirmation Number: 9681
	:	
Serial No.: 10/692,805	:	Group Art Unit: 2874
	:	
Filed: October 27, 2003	:	Examiner: To be Assigned
	:	
For: OPTICAL SIGNAL PROCESSOR	:	

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

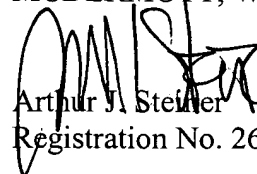
At the time the above-application was filed, priority was claimed based on the following application:

**Japanese Patent Application No. P2002-052011, filed February 27, 2002**

A copy of the priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY

  
Arthur J. Steiner  
Registration No. 26,106

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 AJS:mcw  
Facsimile: (202) 756-8087  
**Date: March 23, 2004**

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

10/692,805  
50212-547

TAKUSHIMA et al.

~~Patent~~

October 27, 2003

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

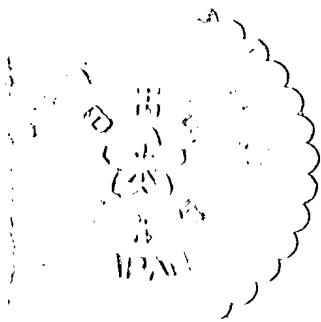
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年    2 月 2 7 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 0 5 2 0 1 1  
Application Number:

[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 0 5 2 0 1 1 ]

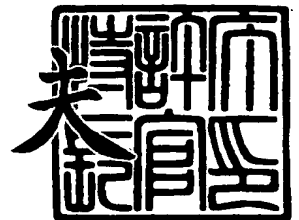
出      願      人                      住 友 電 気 工 業 株 式 会 社  
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 0 月 2 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 9 6 7 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 102Y0009

【提出日】 平成14年 2月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01J 3/18  
G02B 5/18

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会  
社横浜製作所内

【氏名】 多久島 道子

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会  
社横浜製作所内

【氏名】 佐野 知己

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0106993

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光信号処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力した光を回折する第 1 の回折格子素子と、

前記第 1 の回折格子素子と同一の格子方向を有し、前記第 1 の回折格子素子により回折された光を回折する第 2 の回折格子素子と、

前記第 1 の回折格子素子と前記第 2 の回折格子素子との間の光路上に設けられ光学軸の方位が互いに 45 度異なる第 1 の  $1/2$  波長板および第 2 の  $1/2$  波長板と、

を備えることを特徴とする光信号処理装置。

【請求項 2】 前記第 1 の回折格子素子と前記第 2 の回折格子素子とが互いに平行に配されていることを特徴とする請求項 1 記載の光信号処理装置。

【請求項 3】 前記第 1 の  $1/2$  波長板および前記第 2 の  $1/2$  波長板が使用波長帯域の中心波長の光の光軸と直交するように配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の光信号処理装置。

【請求項 4】 前記第 1 の回折格子素子と前記第 2 の回折格子素子との間の光路上にミラーが配され、

前記第 1 の  $1/2$  波長板および前記第 2 の  $1/2$  波長板が、前記第 1 の回折格子素子と前記ミラーとの間の光路上、または、前記第 2 の回折格子素子と前記ミラーとの間の光路上に設けられている、

ことを特徴とする請求項 1 記載の光信号処理装置。

【請求項 5】 前記ミラーが前記第 1 の  $1/2$  波長板または前記第 2 の  $1/2$  波長板と平行に配されていることを特徴とする請求項 4 記載の光信号処理装置。

【請求項 6】 前記第 1 の回折格子素子と前記第 2 の回折格子素子とが一体であることを特徴とする請求項 4 記載の光信号処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回折格子素子を含む光信号処理装置に関するものである。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

回折格子素子を含む光信号処理装置として、例えば特開 2001-4447 号公報に開示されているものが知られている。この公報に開示されている光信号処理装置は、回折格子素子により光の回折を 2 度行わせることで、優れた波長分解能で光を分波することを意図したものである。また、この光信号処理装置は、分波時とは逆の方向に光を伝搬させることで、入力した或る波長域の光を合波して出力することもできる。

#### 【0003】

ところで、環境の変動等に伴う光伝送路の特性の変動に因り光の偏波状態も変動することから、光信号処理装置に入力して処理されるべき光の偏波状態は一定であるとは限らない。それ故、光信号処理装置における光の処理は、入力光の偏波状態への依存性が小さいことが望まれる。しかし、回折格子素子における光の回折の効率が入射光の偏光方位により異なることが知られている。

#### 【0004】

上記公報に開示された光信号処理装置では、このような問題点を解消すべく、回折格子素子による第 1 回目の回折と第 2 回目の回折との間の光路上に  $1/2$  波長板が設けられている。 $1/2$  波長板は、入射光の光軸に垂直な面に平行な方位の光学軸を有しており、その光学軸に対して偏光方位が角度  $\theta$  だけ傾いた直線偏光の光が入射すると、その光の偏光方位を角度  $2\theta$  だけ回転させて、光学軸に対して偏光方位が角度  $(-\theta)$  だけ傾いた直線偏光の光として出射する。角度  $\theta$  が  $45$  度であれば、 $1/2$  波長板は、入射した直線偏光の光を、これに直交する方位の直線偏光の光として出力することができる。上記公報に開示された光信号処理装置は、このような  $1/2$  波長板の作用を利用して、回折格子素子による第 1 回目の回折と第 2 回目の回折との間で光の偏光方位を  $90$  度だけ回転させることで、偏波依存性の低減を図っている。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記公報に開示された光信号処理装置では、偏波依存性を十分に低減するには、 $1/2$ 波長板の光学軸の方位を厳密に設定する必要がある。 $1/2$ 波長板の光学軸の方位の調整は、光信号処理装置の入出力特性をモニタしながら行われる。一方で、光信号処理装置は、できる限り小型のものとされることが要求される。したがって、光信号処理装置内の狭い空間に配置される $1/2$ 波長板の光学軸の方位を精度よく調整することは困難である。それ故、偏波依存性が低減された小型の光信号処理装置の実現は困難である。

#### 【0006】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、小型であっても偏波依存性が容易に低減され得る光信号処理装置を提供することを目的とする。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係る光信号処理装置は、(1) 入力した光を回折する第1の回折格子素子と、(2) 第1の回折格子素子と同一の格子方向を有し、第1の回折格子素子により回折された光を回折する第2の回折格子素子と、(3) 第1の回折格子素子と第2の回折格子素子との間の光路上に設けられ光学軸の方位が互いに45度異なる第1の $1/2$ 波長板および第2の $1/2$ 波長板と、を備えることを特徴とする。また、第1の回折格子素子と第2の回折格子素子とが互いに平行に配されているのが好適である。また、第1の $1/2$ 波長板および第2の $1/2$ 波長板が使用波長帯域の中心波長の光の光軸と直交するように配置されているのが好適である。

#### 【0008】

この光信号処理装置に入力した光は、第1の回折格子素子により回折された後に、第1の $1/2$ 波長板および第2の $1/2$ 波長板により偏光方位が回転されて、第2の回折格子素子により再び回折される。第1の回折格子素子と第2の回折格子素子とは互いに同一の格子方向を有している。また、第1の $1/2$ 波長板および第2の $1/2$ 波長板は、各々の光学軸方位が互いに45度異なっており、個々の光学軸方位によらず、入射光の偏光方位を90度だけ回転させて出射光とすることができる。

## 【0009】

また、本発明に係る光信号処理装置は、第1の回折格子素子と第2の回折格子素子との間の光路上にミラーが配され、第1の1/2波長板および第2の1/2波長板が、第1の回折格子素子とミラーとの間の光路上、または、第2の回折格子素子とミラーとの間の光路上に設けられているのが好適である。また、ミラーが第1の1/2波長板または第2の1/2波長板と平行に配されているのが好適である。また、第1の回折格子素子と第2の回折格子素子とが一体であるのが好適である。この場合には、光信号処理装置に入力した光は、第1の回折格子素子により回折された後に、第1の1/2波長板および第2の1/2波長板により偏光方位が回転されて、ミラーにより反射され、第2の回折格子素子により再び回折される。或いは、光信号処理装置に入力した光は、第1の回折格子素子により回折された後に、ミラーにより反射され、第1の1/2波長板および第2の1/2波長板により偏光方位が回転されて、第2の回折格子素子により再び回折される。

## 【0010】

## 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

## 【0011】

初めに、本発明の原理について説明する。 $x$   $y$   $z$  直交座標系を想定し、波長板が  $x$   $y$  平面に平行に配置されるものとし、 $z$  軸に平行に光が進むものとする。また、波長板の光学軸の方位は、 $x$   $y$  平面に平行な面上にあって、 $y$  軸に対して角度  $\theta$  をなしているものとする。 $z$  軸方向に進んできて波長板に入射する光の  $x$  軸方位の偏光成分を  $E_{0x}$  とし、 $y$  軸方位の偏光成分を  $E_{0y}$  とする。波長板から出射する光の  $x$  軸方位の偏光成分を  $E_{1x}$  とし、 $y$  軸方位の偏光成分を  $E_{1y}$  とする。

## 【0012】

このとき、入射光 ( $E_{0x}$ ,  $E_{0y}$ ) と出射光 ( $E_{1x}$ ,  $E_{1y}$ ) との間には、



## 【数 1】

$$\begin{pmatrix} E_{1x} \\ E_{1y} \end{pmatrix} = J(\theta, \phi) \begin{pmatrix} E_{0x} \\ E_{0y} \end{pmatrix} \quad \cdots(1)$$

なる関係式が成り立つ。ここで、行列  $J(\theta, \phi)$  は、波長板における光の入出力特性を表すジョーンズ行列であって、

## 【数 2】

$$J(\theta, \phi) = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{-j\frac{\phi}{2}} & 0 \\ 0 & e^{j\frac{\phi}{2}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \quad \cdots(2)$$

なる式で表される。 $j$  は虚数単位である。 $\phi$  は、 $x$  軸方位および  $y$  軸方位それぞれの偏光成分の光が波長板を透過する際に生じる位相差である。 $1/2$  波長板の場合には、 $\phi = \pi$  である。

## 【0013】

従来の技術の欄で挙げた公報に開示された光信号処理装置では、 $\theta = \pi/4$  かつ  $\phi = \pi$  である  $1/2$  波長板が用いられていた。この  $1/2$  波長板のジョーンズ行列  $J(\pi/4, \pi)$  は、

## 【数 3】

$$J\left(\frac{\pi}{4}, \pi\right) = \begin{pmatrix} 0 & j \\ j & 0 \end{pmatrix} \quad \cdots(3)$$

なる式で表される。この式は、この  $1/2$  波長板が入射光の偏光方位を  $90$  度だけ回転させて出射光とすることができることを意味している。

## 【0014】

一般に、 $1/2$  波長板のジョーンズ行列は、上記(2)式において  $\phi = \pi$  として

【数 4】

$$J(\theta, \pi) = \begin{pmatrix} j(\sin^2 \theta - \cos^2 \theta) & 2j \cos \theta \sin \theta \\ 2j \cos \theta \sin \theta & j(\cos^2 \theta - \sin^2 \theta) \end{pmatrix} \quad \cdots (4)$$

なる式で表される。この式から判るように、1/2 波長板のジョーンズ行列は角度  $\theta$  に依存している。それ故に、従来の技術の欄で挙げた公報に開示された光信号処理装置では、偏波依存性を十分に低減するには、1/2 波長板の光学軸の方位を厳密に設定する必要がある。

【0015】

そこで、本発明では、2つの1/2 波長板が組み合わされて用いられる。第1の1/2 波長板の光学軸の方位は y 軸に対して角度  $\theta$  をなしているものとする。第2の1/2 波長板の光学軸の方位は y 軸に対して角度  $(\theta + \pi/4)$  をなしているものとする。第1の1/2 波長板のジョーンズ行列は上記(4)式で表され、第2の1/2 波長板のジョーンズ行列は

【数 5】

$$J(\theta + \frac{\pi}{4}, \pi) = \begin{pmatrix} 2j \cos \theta \sin \theta & j(\cos^2 \theta - \sin^2 \theta) \\ j(\cos^2 \theta - \sin^2 \theta) & -2j \cos \theta \sin \theta \end{pmatrix} \quad \cdots (5)$$

なる式で表される。

【0016】

第1の1/2 波長板および第2の1/2 波長板の全体のジョーンズ行列は、上記(4)式と上記(5)式との積で表され、

【数 6】

$$J(\theta + \frac{\pi}{4}, \pi) \cdot J(\theta, \pi) = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \cdots (6)$$

なる式で表される。この式から判るように、第1の1/2 波長板と第2の1/2 波長板とを組み合わせたものは、入射光の偏光方位を90度だけ回転させて出射

光とすることができ、これは  $\theta$  値に依存しない。すなわち、第 1 の  $1/2$  波長板および第 2 の  $1/2$  波長板を組み合わせて各々の光学軸の方位を互いに  $45$  度だけ異なるものとするだけで、これら 2 つの  $1/2$  波長板が組み合わされたものは、入射光の偏光方位を  $90$  度だけ回転させて出射光とすることができる。

#### 【0017】

本発明に係る光信号処理装置は、上記のような原理に基づくものであり、2 つの  $1/2$  波長板を組み合わせて用いたものである。

#### 【0018】

##### (第 1 実施形態)

次に、本発明に係る光信号処理装置の第 1 実施形態について説明する。図 1 は、第 1 実施形態に係る光信号処理装置 1 の構成図である。この図に示される光信号処理装置 1 は、ファイバコリメータ 110～113、第 1 の回折格子素子 121、第 2 の回折格子素子 122、第 1 の  $1/2$  波長板 131 および第 2 の  $1/2$  波長板 132 を備えている。この図には、説明の便宜の為に  $x y z$  直交座標系も示されている。この光信号処理装置 1 では、光は  $x y$  平面に平行に進むものとする。

#### 【0019】

ファイバコリメータ 110～113 それぞれは、光ファイバの先端が球状に加工されたものであり、或いは、光ファイバの先端にレンズが接続されたものであって、コリメート機能を有する。ファイバコリメータ 110～113 それぞれは、該光ファイバを伝搬してきて先端に達した光をコリメートして出力し、或いは、外部より先端に達した光を集光して該光ファイバに伝搬させることができる。

#### 【0020】

回折格子素子 121 は、反射型のものであって、その回折面が  $y z$  平面に平行であり、格子方向が  $z$  軸に平行である。この回折格子素子 121 は、ファイバコリメータ 110 よりコリメートされて出力された光が入射すると、波長に応じた回折角で光を回折する。回折格子素子 121 における格子間隔を  $d$  とし、光の入射角を  $\beta_1$  とし、波長  $\lambda$  の光の回折角を  $\beta_2$  とすると、これらの角度の間には、

## 【数 7】

$$m\lambda = d(\sin \beta_1 + \sin \beta_2) \quad \cdots (7)$$

なる関係式が成り立つ。ここで、 $m$ は回折次数である。

## 【0021】

回折格子素子 122 は、反射型のものであって、その回折面が  $y-z$  平面に平行であり、格子方向が  $z$  軸に平行である。回折格子素子 121 および回折格子素子 122 それぞれの回折面は互いに対向している。また、回折格子素子 122 は、回折格子素子 121 と同じ格子間隔  $d$  を有している。この回折格子素子 122 は、回折格子素子 121 により回折された光を再び回折する。このとき、回折格子素子 122 への波長  $\lambda$  の光の入射角は  $\beta_2$  となり、回折格子素子 122 における光の回折角は波長  $\lambda$  によらず  $\beta_1$  となる。すなわち、回折格子素子 122 により回折された各波長の光は互いに平行に進む。

## 【0022】

ファイバコリメータ 111 は、回折格子素子 122 により回折された波長  $\lambda_1$  の光を集光して入射する。ファイバコリメータ 112 は、回折格子素子 122 により回折された波長  $\lambda_2$  の光を集光して入射する。また、ファイバコリメータ 113 は、回折格子素子 122 により回折された波長  $\lambda_3$  の光を集光して入射する。以上のように光が進むときには、この光信号処理装置 1 は、ファイバコリメータ 110 より出力された光を入力して分波し、分波した各波長の光をファイバコリメータ 111～113 の何れかへ出力する光分波器として用いられる。一方、逆の方向に光が進むときには、この光信号処理装置 1 は、ファイバコリメータ 111～113 より出力された各波長の光を入力して合波し、その合波した光をファイバコリメータ 110 へ出力する光合波器として用いられる。

## 【0023】

2つの  $1/2$  波長板 131 および  $1/2$  波長板 132 それぞれは、光学軸の方位が互いに  $45$  度異なり、互いに張り合わされていて、回折格子素子 121 と回折格子素子 122 との間の光路上に設けられている。これら 2つの  $1/2$  波長板

131 および 1/2 波長板 132 を組み合わせたものは、全体のジョーンズ行列が上記(6)式で表され、入射光の偏光方位を 90 度だけ回転させて出射光とすることができる。

#### 【0024】

したがって、2つの 1/2 波長板 131, 132 それぞれの光学軸方位が互いに 45 度異なるように設定されていれば、これを用いて小型の光信号処理装置 1 を容易に組み立てることができる。その組み立ての際には 1/2 波長板 131, 132 の個々の光学軸の方位は任意でよいので、光信号処理装置 1 は小型であっても偏波依存性が容易に低減され得る。

#### 【0025】

また、1/2 波長板 131 および 1/2 波長板 132 それぞれは、互いに平行に配されている。さらに、1/2 波長板 131 および 1/2 波長板 132 それぞれは、この光信号処理装置 1 が処理すべき光の波長帯域 ( $\lambda_1 \sim \lambda_3$ ) の中心波長の光軸と直交するように配置される。このように配置されることにより、光信号処理装置 1 の偏波依存性はより十分に低減され得る。

#### 【0026】

図 2 は、第 1 実施形態に係る光信号処理装置 1 における 1/2 波長板 131, 132 の光学軸調整方法の説明図である。同図 (a) に示されるように、光源 910、パワーメータ 920、偏光子 931 および偏光子 932 が用意される。光源 910 から出力される光を光パワーメータ 920 が受光し得るように両者が配置され、光源 910 とパワーメータ 920 との間の光路上に偏光子 931, 932 が配置される。そして、偏光子 931, 932 のうち一方の偏光子が光軸周りに回転されて、パワーメータ 920 が受光する光のパワーが最大となるように調整される。これにより、偏光子 931, 932 それぞれの光学軸方位が互いに平行になるように設定される。図中の各偏光子の矢印は、該偏光子の光学軸方位を表している。

#### 【0027】

続いて、同図 (b) に示されるように、偏光子 931 と偏光子 932 との間の光路上に 1/2 波長板 131, 132 が配置される。そして、1/2 波長板 13

1, 132のうちの一方の1/2波長板が光軸周りに回転されて、パワーメータ920が受光する光のパワーが最小となるように調整される。これにより、1/2波長板131, 132それぞれの光学軸方位が互いに45度異なるように設定される。

#### 【0028】

このようにして各々の光学軸方位が設定された1/2波長板131, 132が互いに張り合わされて、その貼り合わされたものが光信号処理装置1の組み立てに用いられるので、偏波依存性が低減された小型の光信号処理装置1が容易に組み立てられ得る。また、図2(a)に示されるような光学系が予め用意されていれば、光信号処理装置1の組み立てとは別の工程で1/2波長板131, 132の光学軸調整が行われ得るので量産性に優れる。

#### 【0029】

次に、第1実施形態に係る光信号処理装置1の具体的な実施例について説明する。本実施例では、回折格子素子121, 121それぞれの格子間隔 $d$ は1.7  $\mu\text{m}$ であり、処理されるべき光の波長は1530 nm, 1550 nmおよび1570 nmである。ファイバコリメータ110から回折格子素子121への光の入射角 $\beta_1$ は15度であり、第1の回折格子素子121における中心波長1550 nmの光の回折角 $\beta_2$ は40.8度である。1/2波長板131, 132それぞれは、第1の回折格子素子121から第2の回折格子素子122へ至る中心波長1550 nmの光の光軸と直交するように配置されている。この実施例の光信号処理装置の諸特性が図3～図5に示されている。

#### 【0030】

図3は、実施例の光信号処理装置の分波特性を示す図である。この図には、ファイバコリメータ110からファイバコリメータ111への光の透過特性、ファイバコリメータ110からファイバコリメータ112への光の透過特性、および、ファイバコリメータ110からファイバコリメータ113への光の透過特性、それぞれが示されている。この図に示されるように、ファイバコリメータ110より回折格子素子121へ向けて出射された光は、回折格子素子121, 122により波長に応じた回折角で回折されて分波されている。そして、波長1530

nmの光はファイバコリメータ111へ入射し、波長1550nmの光はファイバコリメータ111へ入射し、波長1570nmの光はファイバコリメータ111へ入射している。

#### 【0031】

図4は、実施例の光信号処理装置の偏波依存損失(PDL)特性を示す図である。この図には、1/2波長板131, 132が設けられていない比較例の場合の偏波依存損失特性も示されている。実施例および比較例それぞれの場合で、ファイバコリメータ110からファイバコリメータ112へ至る光の偏波依存損失が示されている。この図から判るように、実施例の光信号処理装置は、各々の光学軸方位が互いに45度だけ異なっている2つの1/2波長板131, 132が設けられていることにより、比較例に対して偏波依存損失が0.8dB程度改善されている。

#### 【0032】

図5は、実施例の光信号処理装置の偏波依存損失と1/2波長板の光学軸方位との関係を示す図である。この図には、回折格子素子121と回折格子素子122との間に1枚の1/2波長板のみが設けられた比較例の場合も示されている。実施例および比較例それぞれの場合で、光軸周りに1/2波長板を回転させたときの回転角度に対して、ファイバコリメータ110からファイバコリメータ112へ至る波長1550nmの光の偏波依存損失が示されている。この図から判るように、光軸周りに1/2波長板を回転させたときの偏波依存損失の変動幅は、比較例では0.8dB程度であるのに対して、実施例では非常に小さい。このことから、本実施形態では、各々の光学軸方位が互いに45度異なるように設定された1/2波長板131, 132が用いられることで、小型で偏波依存損失が低減されたに係る光信号処理装置1が容易に組み立てられ得る。

#### 【0033】

##### (第2実施形態)

次に、本発明に係る光信号処理装置の第2実施形態について説明する。図6は、第2実施形態に係る光信号処理装置2の構成図である。この図に示される光信号処理装置2は、ファイバコリメータ210~213、回折格子素子220、第

1の1/2波長板231、第2の1/2波長板232およびミラー240を備えている。この図には、説明の便宜の為にx y z直交座標系も示されている。この光信号処理装置2では、光はx y平面に平行に進むものとする。

#### 【0034】

ファイバコリメータ210～213それぞれは、光ファイバの先端が球状に加工されてコリメータ機能を有するようにされたものであり、該光ファイバを伝搬してきて先端に達した光を外部へコリメートして出力し、或いは、外部より先端に達した光を集光して該光ファイバに伝搬させることができる。

#### 【0035】

回折格子素子220は、反射型のものであって、その回折面がy z平面に平行であり、格子方向がz軸に平行である。この回折格子素子220は、ファイバコリメータ210よりコリメートされて出力された光が入射すると、波長に応じた回折角で光を回折する。また、回折格子素子220は、ミラー240により反射された光が入射すると、その光を回折する。すなわち、回折格子素子220は、第1の回折格子素子と第2の回折格子素子とが一体化されたものである。

#### 【0036】

ミラー240の反射面は、回折格子素子220の回折面と対向しており、回折格子素子220の回折面と平行である。このミラー240は、回折格子素子220により回折された光を入射して反射させ、その反射した光を再び回折格子素子22へ入射させる。

#### 【0037】

回折格子素子220における格子間隔をdとし、ファイバコリメータ210から回折格子素子220への光の入射角を $\beta_1$ とし、このときの波長 $\lambda$ の光の回折角を $\beta_2$ とすると、これらの角度の間には、上記(7)式が成り立つ。また、ミラー240から回折格子素子220への光の入射角は $\beta_2$ となり、このときの光の回折角は波長 $\lambda$ によらず $\beta_1$ となる。すなわち、回折格子素子220により2回目の回折を受けた各波長の光は互いに平行に進む。

#### 【0038】

ファイバコリメータ211は、回折格子素子220により2回目の回折を受け



た波長 $\lambda_1$ の光を集光して入射する。ファイバコリメータ212は、回折格子素子220により2回目の回折を受けた波長 $\lambda_2$ の光を集光して入射する。また、ファイバコリメータ213は、回折格子素子220により2回目の回折を受けた波長 $\lambda_3$ の光を集光して入射する。以上のように光が進むときには、この光信号処理装置2は、ファイバコリメータ210より出力された光を入力して分波し、分波した各波長の光をファイバコリメータ211～213の何れかへ出力する光分波器として用いられる。一方、逆の方向に光が進むときには、この光信号処理装置2は、ファイバコリメータ211～213より出力された各波長の光を入力して合波し、その合波した光をファイバコリメータ210へ出力する光合波器として用いられる。

#### 【0039】

2つの1/2波長板231および1/2波長板232それぞれは、光学軸の方位が互いに45度異なり、互いに張り合わされていて、回折格子素子220とミラー240との間の光路上に設けられている。これら2つの1/2波長板231および1/2波長板232を組み合わせたものは、全体のジョーンズ行列が上記(6)式で表され、入射光の偏光方位を90度だけ回転させて出射光とすることができる。なお、1/2波長板231、232は、回折格子素子220における第1回目の回折からミラー240における反射までの光路上に設けられてもよいし、ミラー240における反射から回折格子素子220における第2回目の回折までの光路上に設けられてもよい。

#### 【0040】

したがって、2つの1/2波長板231、232それぞれの光学軸方位が互いに45度異なるように設定されていれば、これを用いて小型の光信号処理装置2を容易に組み立てることができる。その組み立ての際には1/2波長板231、232の個々の光学軸の方位は任意でよいので、光信号処理装置2は小型であっても偏波依存性が容易に低減され得る。

#### 【0041】

また、1/2波長板231および1/2波長板232それぞれは、互いに平行に配されている。さらに、1/2波長板231および1/2波長板232それぞ

れは、この光信号処理装置 2 が処理すべき光の波長帯域 ( $\lambda_1 \sim \lambda_3$ ) の中心波長の光軸と直交するように配置される。このように配置されることにより、光信号処理装置 2 の偏波依存性はより充分に低減され得る。

#### 【0042】

(変形例)

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上記の各実施形態に係る光信号処理装置は、反射型の回折格子素子を備えるものであったが、透過型の回折格子素子を備えるものであってもよい。

#### 【0043】

また、第 1 実施形態では回折格子素子 121, 122 それぞれの回折面は互いに平行であったが、各々の回折面は互いに平行でなくてもよい。第 2 実施形態では回折格子素子 220 の回折面とミラー 240 の反射面とは互いに平行であったが、回折面と反射面とは互いに平行でなくてもよい。平行でない場合には、波長間隔を広げることが可能である。

#### 【0044】

##### 【発明の効果】

以上、詳細に説明したとおり、本発明によれば、光信号処理装置に入力した光は、第 1 の回折格子素子により回折された後に、第 1 の  $1/2$  波長板および第 2 の  $1/2$  波長板により偏光方位が回転されて、第 2 の回折格子素子により再び回折される。第 1 の回折格子素子と第 2 の回折格子素子とは互いに同一の格子方向を有している。また、第 1 の  $1/2$  波長板および第 2 の  $1/2$  波長板は、各々の光学軸方位が互いに  $45$  度異なっており、個々の光学軸方位によらず、入射光の偏光方位を  $90$  度だけ回転させて出射光とすることができる。したがって、2 つの  $1/2$  波長板それぞれの光学軸方位が互いに  $45$  度異なるように予め設定されていれば、これを用いて小型の光信号処理装置を容易に組み立てることができる。その組み立ての際には 2 つの  $1/2$  波長板の個々の光学軸の方位は任意でよいので、光信号処理装置は小型であっても偏波依存性が容易に低減され得る。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

第1実施形態に係る光信号処理装置1の構成図である。

【図2】

第1実施形態に係る光信号処理装置1における1/2波長板131, 132の光学軸調整方法の説明図である。

【図3】

実施例の光信号処理装置の分波特性を示す図である。

【図4】

実施例の光信号処理装置の偏波依存損失特性を示す図である。

【図5】

実施例の光信号処理装置の偏波依存損失と1/2波長板の光学軸方位との間の関係を示す図である。

【図6】

第2実施形態に係る光信号処理装置2の構成図である。

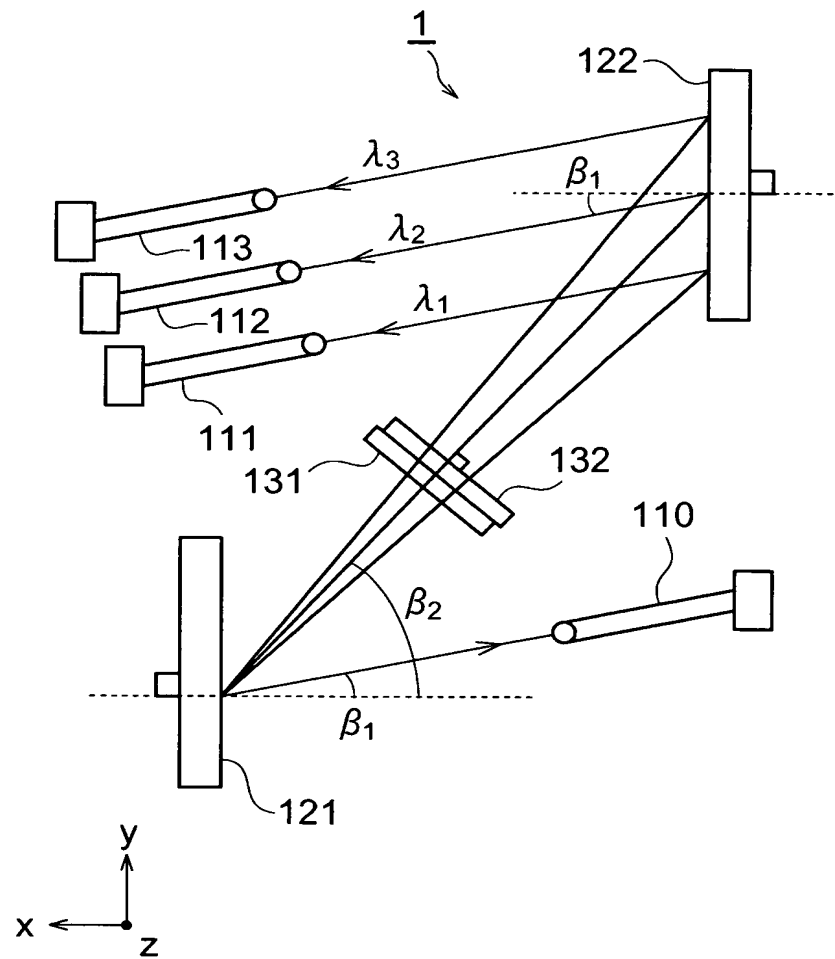
【符号の説明】

1, 2…光信号処理装置、110～113…ファイバコリメータ、121, 122…回折格子素子、131, 132…1/2波長板、210～213…ファイバコリメータ、220…回折格子素子、231, 232…1/2波長板、240…ミラー。

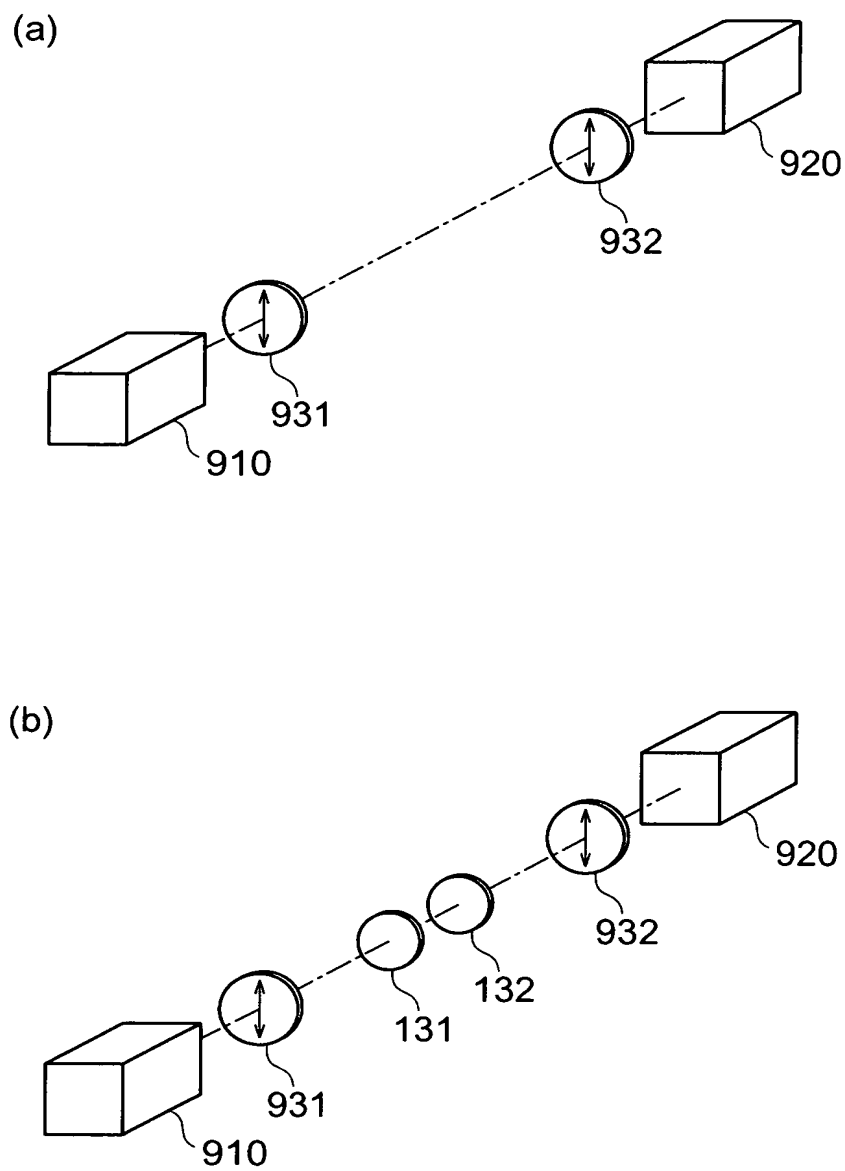
【書類名】

図面

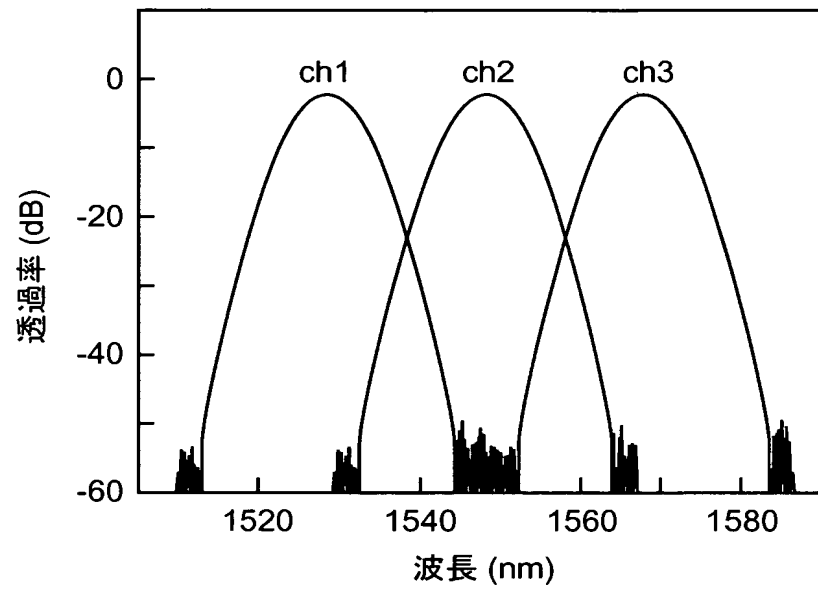
【図 1】



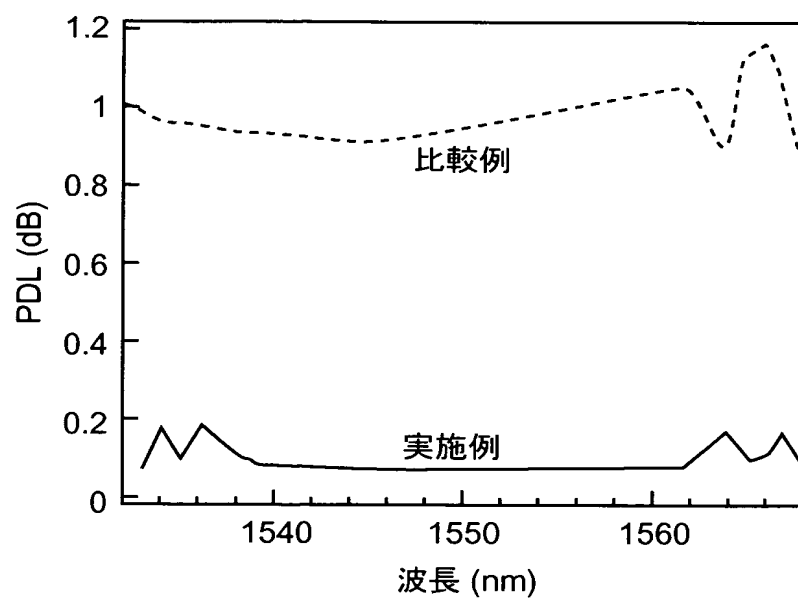
【図 2】



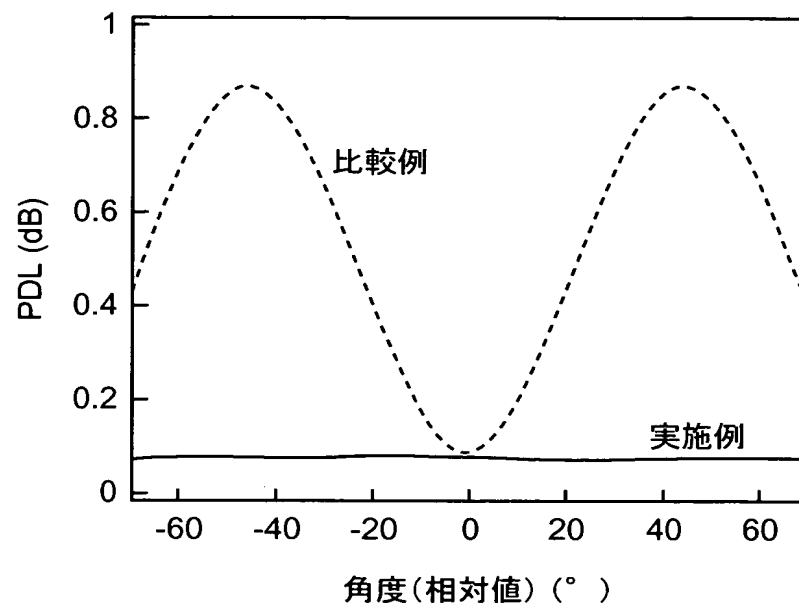
【図 3】



【図 4】



【図 5】







【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型であっても偏波依存性が容易に低減され得る光信号処理装置を提供する。

【解決手段】 光信号処理装置 1 は、ファイバコリメータ 110～113、第 1 の回折格子素子 121、第 2 の回折格子素子 122、第 1 の 1/2 波長板 131 および第 2 の 1/2 波長板 132 を備えている。回折格子素子 121、122 それぞれは、反射型のものであって、その回折面が y z 平面に平行であり、格子方向が z 軸に平行である。回折格子素子 121 は、ファイバコリメータ 110 よりコリメートされて出力された光を回折する。回折格子素子 122 は、回折格子素子 121 により回折された光を再び回折する。1/2 波長板 131、132 それぞれは、光学軸の方位が互いに 45 度異なり、互いに張り合わされていて、回折格子素子 121 と回折格子素子 122 との間の光路上に設けられている。

【選択図】 図 1

特願 2002-052011

出願人履歴情報

識別番号

[000002130]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

氏 名

住友電気工業株式会社